



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 42 14 750 A 1**

(51) Int. Cl. 5:
H 03 M 13/00
H 04 N 5/445

(21) Aktenzeichen: P 42 14 750.6
(22) Anmeldetag: 4. 5. 92
(43) Offenlegungstag: 11. 11. 93

(71) Anmelder:
Institut für Rundfunktechnik GmbH, 80939 München,
DE

(74) Vertreter:
Konle, T., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 81247 München

(72) Erfinder:
Brückner, Werner, 8000 München, DE; Eitz, Gerhard,
8011 Poing, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren zum Empfangen von Teletextdaten

(57) Beim Empfangen von Teletextdaten werden üblicherweise anhand einer mitübertragenen Fehlerschutzinformation (FEC) entsprechend deren Korrekturfähigkeit n fehlerhaft übertragene Informationseinheiten korrigiert. Ferner wird anhand einer mitübertragenen Prüfinformation (CRC) die Richtigkeit der Nutzinformation innerhalb jedes selektierten und gegebenenfalls korrigierten Informationsblocks festgestellt. Die Fehlerprüfung für den betrachteten Informationsblock wird vorzeitig abgebrochen, sobald in einem Informationsblock die Nutzinformation anhand der mitübertragenen Prüfinformation als fehlerfrei erkannt wird. Um die decoderseitige Fehlerkorrekturfähigkeit zu variieren und gegebenenfalls über die Korrekturfähigkeit des coderseitig vorgegebenen Fehlerschutzcodes zu erhöhen, werden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Von den Informationseinheiten des betrachteten Informationsblocks werden schrittweise eine oder mehrere Informationseinheiten invertiert;
- bei jedem Inversionsschritt erfolgt anhand der Fehlerschutzinformation (FEC) ein Korrekturversuch bei n Informationseinheiten;
- nach jedem Korrekturversuch wird anhand der Prüfinformation festgestellt, ob die Korrektur erfolgreich war;
- im Falle einer erfolgreichen Korrektur wird die Fehlerprüfung abgebrochen;
- nach jedem erfolglosen Korrekturversuch werden die invertierten und versuchsweise korrigierten Informationseinheiten in den Anfangszustand rückversetzt.

DE 42 14 750 A 1

DE 42 14 750 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Zum Empfangen von Teletext-Daten, die innerhalb von Austastbereichen eines Fernsehsignals zyklisch übertragen werden, sind Einrichtungen bekannt, welche zur Selektion solcher Daten in der Lage sind.

Die Datenstrukturen der Teletext-Daten sind blockorientiert, d. h., mehrere kleinste logisch zusammengehörige Informationseinheiten sind zu Blöcken zusammengefaßt. Diese können durch Prüfinformationen (sog. "Cyclic Redundancy Check", abgekürzt "CRC") ergänzt werden, so daß decoderseitig anhand der Prüfinformationen die einzelnen Informationsblöcke auf das Vorhandensein von Fehlern, die aufgrund der Übertragungseigenschaften des Nachrichtenkanals entstanden sind, überprüft werden können. Eine Fehlerkorrektur ist jedoch nicht möglich.

Zur Korrektur von Übertragungsfehlern können innerhalb jedes Informationsblockes von Teletext-Daten Fehlerschutzinformationen (sog. "Forward Error Correction", abgekürzt "FEC", z. B. Hamming-, BCH- oder Reed-Salomon-Codes) mitübertragen werden, mit Hilfe derer entsprechend ihrer Korrekturfähigkeit ein oder mehrere gestörte Informationseinheiten allgemein n Informationseinheiten ($n = \text{positive, ganze Zahl}$) korrigiert werden können. Die Fehlerschutzinformationen stellen jedoch redundante Information dar, die je nach gewünschter Korrekturfähigkeit bis zu 100 % Redundanz gehen kann und dementsprechend die Übertragungskapazität bzw. Übertragungsgeschwindigkeit für die Nutzinformationen verringert. Ferner ist der Decoder nur in der Lage, so viele Fehler pro Informationsblock zu korrigieren, wie durch die coderseitige Wahl des Fehlerschutzcodes vorgegeben ist.

Die Aufgabe der Erfindung besteht demgegenüber darin, bei einem Verfahren der vorgenannten Art die decoderseitige Fehlerkorrekturfähigkeit je nach gewünschtem Aufwand- zu variieren und gegebenenfalls über die Fehlerkorrekturfähigkeit des coderseitig vorgegebenen Fehlerschutzcodes zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 den schematischen Funktionsablauf bei der decoderseitigen Korrektur von $n+z$ Fehlern in einem Datenblock aus einem Einlauf unter Benutzung von FEC, CRC und dem erfindungsgemäßen Verfahren "Variation I".

Fig. 2 den gegenüber Fig. 1 genauer dargestellten Funktionsablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens "Variation I".

Fig. 3 ein Beispiel eines durch zwei Fehler gestörten Datenblocks und die einzelnen decoderseitigen Korrekturversuche nach dem erfindungsgemäßen Verfahren "Variation I".

Fig. 4 eine allgemeine Übersicht über die decoderseitige Vorgehensweise bei der Korrektur eines Datenblocks mit zwei Einläufen.

Fig. 5 den Funktionsablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens "Variation II" an einem Beispiel mit zwei

gestörten Datenblöcken aus zwei Einläufen, und die einzelnen decoderseitigen Korrekturversuche nach dem erfindungsgemäßen Verfahren "Variation II".

Im folgenden wird ein mit beliebig vielen Fehlern gestörter Datenblock betrachtet, der mit einem Vorwärtsfehlerschutz (FEC) zur Korrektur von n Fehlern und, abhängig von der Wahl des verwendeten FECs, mit der Möglichkeit des Erkennens von mehr als n Fehlern versehen ist. Ist der Datenblock durch mehr Fehler gestört, als der FEC korrigieren und ggf. erkennen kann, so tritt eine "Überlastung" des FECs auf, die sich in einer falschen Signalisierung äußert. Eine "Überlastung" des FECs bzw. eine mit der FEC erfolgten Korrektur kann vom Dekoder mit Hilfe des CRCs überprüft werden.

Jeder eintreffende Datenblock wird decoderseitig entsprechend dem mitgesendeten Fehlerschutz (FEC) überprüft (Fig. 1). Werden von der FEC keine Fehler festgestellt, so findet unmittelbar eine Überprüfung anhand der mitgesendeten Prüfinformation (CRC) statt.

Dabei wird entweder festgestellt, daß der betreffende Datenblock korrekt ist – in diesem Fall kann der nächste Datenblock untersucht werden – oder daß der FEC überlastet und der Datenblock mit mehr als n Fehlern gestört ist. Wird jedoch bei der FEC – Überprüfung das Vorhandensein von maximal n Fehlern (entsprechend dem Korrekturmögen des FECs) signalisiert, so erfolgt ein Korrekturversuch, wobei der Erfolg der Korrektur mit dem CRC überprüft wird. Bei positivem Ergebnis der Prüfung sind die Fehler korrigiert. Bei negativem Prüfergebnis ist die Fehlerkorrektur überfordert (d. h. der Block wurde mit mehr als n Fehlern gestört) und es können weitere Korrekturversuche nach dem als "Variation I" benannten Grundmuster erfolgen. Besteht bei dem gewählten FEC die Möglichkeit zur Erkennung von mehr als n Fehlern, so kann bei einer entsprechenden Signalisierung sofort die "Variation I" durchgeführt und neben n noch weitere z Fehler korrigiert werden. Das Grundmuster gemäß "Variation I" wird solange durchgeführt, bis entweder die CRC-Prüfung eine erfolgreiche Korrektur signalisiert oder alle Möglichkeiten der Variation von Fehlerpositionen erschöpft sind. Im letzteren Fall treten mehr als $n+z$ Fehler im untersuchten Datenblock auf und "überlasten" damit sowohl den FEC als auch die "Variation I".

Fig. 2 zeigt einem gegenüber Fig. 1 genauer dargestellten Funktionsablauf von "Variation I". Zur Korrektur von $n+z$ Fehlern werden

- an jeweils z Stellen die entsprechenden Informationseinheiten invertiert,
- eine FEC-Überprüfung durchgeführt,
- ein entsprechender Korrekturversuch gemäß dem Korrekturmögen von n Fehlern vorgenommen und
- eine Überprüfung auf richtige Korrektur mit dem CRC vorgenommen.

Außerdem werden die Positionen der invertierten und der von der FEC korrigierten Informationseinheiten in einer Tabelle abgelegt. Bei einem erfolglosen Korrekturversuch werden die veränderten Informationseinheiten entsprechend der Tabelle zurückgesetzt.

In einem nächsten Schritt werden versuchsweise weitere z Informationseinheiten invertiert, ein Korrekturversuch mit FEC und eine Überprüfung der Korrektur mit CRC durchgeführt (Fig. 2). Dieser Vorgang wird solange wiederholt, bis entweder eine richtige Korrektur der $n+z$ Fehlern erfolgt ist, oder alle möglichen

Invertierungen von jeweils z Informationseinheiten durchgeführt worden sind. Im letzteren Fall ist der Datenblock durch mehr als $n+z$ Fehler gestört und kann deshalb nicht durch "Variation I" korrigiert werden. Der Decoder muß einen identischen Datenblock aus einem weiteren Einlauf abwarten. In einer besonderen Ausführungsform des Grundmusters gemäß "Variation I" werden bei weiteren versuchsweisen Invertierungen die zuvor durchgeföhrten Invertierungen und die von der FEC vorgeschlagenen Korrekturen berücksichtigt. Dadurch wird die Anzahl der versuchsweisen Invertierungen erheblich eingeschränkt.

Das Grundmuster gemäß "Variation I" wird in Fig. 3 an Hand eines Beispiels näher gezeigt. Ein mit zwei Fehlern gestörter Datenblock mit 24 Informationseinheiten sei mit einem FEC mit der Korrekturfähigkeit von einem Fehler und der Möglichkeit zur Erkennung von zwei Fehlern ausgestattet, z. B. mit einem erweiterten Hamming-Schutz. Man erkennt, daß die Korrekturfähigkeit des FEC "überlastet" und eine decoderseitige Korrektur der zwei Fehler mit den herkömmlichen Verfahren nicht möglich ist. Da die FEC-Überprüfung signalisiert, daß mehr als zwei Fehler vorliegen, wird ein erster Korrekturversuch nach dem Grundmuster gemäß "Variation I" durchgeföhr, indem die Informationseinheit an der mit I bezeichneten, ersten Position versuchsweise invertiert, eine FEC-Überprüfung und ein entsprechender Korrekturversuch an der Informationseinheit an der mit K gekennzeichneten Position vorgenommen wird. Bei einem unrichtigen Invertierungsversuch wird der Datenblock durch drei Fehler gestört und der überlastete FEC führt bei seinem Korrekturversuch einen weiteren Fehler hinzu. Der erfolglose Korrekturversuch wird vom CRC signalisiert und die invertierten und die von der FEC veränderten Informationseinheiten werden in den Vorzustand zurückgesetzt. Anschließend werden dieselben Verfahrensschritte solange durchgeföhr, bis eines der zwei gestörten Informationseinheiten erreicht und invertiert ist. Bei jedem Korrekturversuch werden die vorgeschlagene Informationseinheit I und der Korrekturversuch an der Informationseinheit K vom Dekoder in einer Tabelle vermerkt. Da eine versuchsweise Invertierung der Informationseinheit K wiederum zu einem FEC-Korrekturvorschlag an der Informationseinheit I führt, kann in diesem Fall die Anzahl der maximal notwendigen Korrekturversuche halbiert werden, d. h. es sind maximal 12 Versuche notwendig. Beim zweiten Korrekturversuch wird ähnlich wie im Ersten vorgegangen. Da bei dem dritten Korrekturversuch die dritte Informationseinheit in der Tabelle bereits enthalten ist, kann sie übersprungen und die Informationseinheit an der vierten Stelle invertiert werden. In diesem Fall ist von den zwei Fehlern ein Fehler gefunden worden, der vom FEC erkannt und korrigiert wird. Die folgende CRC-Überprüfung bestätigt die Richtigkeit des Korrekturversuchs.

Ähnlich der hier gezeigten Vorgehensweise können auch mehrere zusätzliche Fehler korrigiert werden. Die Gesamtzahl der notwendigen Korrekturversuche hängt dabei von der gewählten zusätzlichen Fehleranzahl z und der Blocklänge ab. Sollen beispielsweise gegenüber der FEC-Korrekturfähigkeit hinaus zwei weitere Fehler korrigiert werden, so sind jeweils zwei Informationseinheiten zu invertieren und bei einer Blocklänge von 24 Informationseinheiten maximal 232 Korrekturversuche durchzuführen.

Fig. 4 zeigt eine allgemeine Übersicht über die decoderseitige Vorgehensweise bei der Korrektur eines

stark gestörten Datenblocks. Ist eine Korrektur mit dem FEC und dem Grundmuster gemäß "Variation I" nicht erfolgreich, so muß ein weiterer Einlauf des gleichen Datenblocks abgewartet und zwischengespeichert werden. Ist auch bei diesem, praktisch identischen Datenblock mit den erwähnten Verfahren keine erfolgreiche Korrektur möglich, so wird das Grundmuster gemäß "Variation II" durchgeföhr. Dabei werden decoderseitig die Daten beider Einläufe miteinander verglichen und die Anzahl der Unterschiede und ihre Positionen innerhalb des Datenblocks festgestellt. Die nun folgenden Korrekturversuche laufen ähnlich wie bei dem Grundmuster gemäß "Variation I" ab, jedoch werden nur die unterschiedlichen Informationseinheiten an den betreffenden Positionen schrittweise invertiert und jeweils ein Korrekturversuch durchgeföhr. Die Anzahl z der bei jedem Korrekturversuch gleichzeitig zu invertierenden Informationseinheiten wird gegenüber den vorigen, erfolglosen Versuchen erhöht. Bei der Wahl von z (und damit der Anzahl der zusätzlich korrigierbaren Fehler) kann darüber hinaus die Anzahl der als unterschiedlich erkannten Informationseinheiten und die interne Rechenleistung berücksichtigt werden. Wie bei der "Variation I" wird auch bei der "Variation II" nach jedem Korrekturversuch mit dem CRC eine Überprüfung des Datenblocks auf Richtigkeit vorgenommen.

Der Ablauf der einzelnen Korrekturschritte wird anhand von Fig. 5 näher erläutert. Fig. 5 zeigt zwei Einläufe zweier gleicher, mit drei und vier Fehlern gestörter Datenblöcke mit einer FEC Korrekturfähigkeit von $n = 1$ Fehlern. Entsprechend Fig. 4 können die Daten beider Einläufe nicht korrigiert werden, da der FEC überlastet und die "Variation I" mit einer schrittweisen Invertierung nur einer einzigen Informationseinheit ($z = 1$) erfolglos ist. Durch den Vergleich beider Einläufe werden die unterschiedlichen Informationseinheiten und damit die möglichen Fehlerpositionen erkannt. Wie in Fig. 5 dargestellt, werden durch den Vergleich fünf mögliche Fehlerorte bestimmt. Die Position eines weiteren Fehlers wird dagegen, bedingt durch eine an der gleichen Position jedes Datenblocks auftretenden Störung (z. B. ein Echo), nicht erkannt. Unter Berücksichtigung der zuvor durchgeföhrten, erfolglosen Korrekturversuche werden nun jeweils die Informationseinheiten an zwei der fünf möglichen Fehlerorte gleichzeitig invertiert und ein Korrekturversuch durchgeföhr.

Beim ersten Korrekturversuch werden die Informationseinheiten I des Datenblocks aus dem ersten Einlauf am Fehlerort 1 und 2 versuchsweise invertiert, eine FEC-Überprüfung und ein entsprechender Korrekturversuch der Informationseinheit K vorgenommen. In weiteren Versuchen werden danach die Informationseinheiten an den möglichen Fehlerorten 1 und 3 und schließlich an 1 und 4 invertiert. Bei dem dritten Versuch werden zwei der drei Fehlerorte gefunden und ermöglichen es so dem FEC, den dritten Fehler an dem bisher nicht bekannten Fehlerort zu korrigieren. Im ungünstigsten Fall lassen sich die drei Fehler nach maximal 10 Korrekturversuchen finden. Werden dagegen beim Vergleich der Datenblöcke zweier Einläufe sieben mögliche Fehlerorte detektiert, so sind die Fehlerpositionen nach maximal elf Korrekturversuchen bekannt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Empfangen von sich periodisch wiederholenden, aus digitalen Informationsblöcken bestehenden Teletextdaten, welche in einem Fern-

sehsignal enthalten sind, bei dem die Zeitbereiche, in welchen die sich periodisch wiederholenden Teletextdaten zu erwarten sind, ausgewählt und die innerhalb jedes dieser Zeitbereiche empfangenen Informationsblöcke selektiert und dahingehend 5 ausgewertet werden, daß anhand einer mitübertragenen Fehlerschutzinformation (FEC) entsprechend deren Korrekturfähigkeit n fehlerhaft übertragene Informationseinheiten korrigiert werden, und daß anhand einer mitübertragenen Prüfinformation (CRC) die Richtigkeit der Nutzinformation innerhalb jedes selektierten und gegebenenfalls korrigierten Informationsblocks festgestellt wird, wobei n eine positive ganze Zahl ist, und daß die Fehlerprüfung für den betrachteten Informations- 10 block vorzeitig abgebrochen wird, sobald in einem Informationsblock die Nutzinformation anhand der mitübertragenen Prüfinformation als fehlerfrei erkannt wird, dadurch gekennzeichnet, daß von den Informationseinheiten des betrachteten Informationsblocks schrittweise eine oder mehrere Informationseinheiten invertiert werden, daß bei jedem Inversionsschritt anhand der Fehlerschutzinformation (FEC) ein Korrekturversuch bei n Informationseinheiten erfolgt und nach jedem Korrektur- 15 versuch anhand der Prüfinformation festgestellt wird, ob die Korrektur erfolgreich war, daß im Falle einer erfolgreichen Korrektur die Fehlerprüfung abgebrochen wird und daß nach jedem erfolglosen Korrekturversuch die invertierten und versuchsweise korrigierten Informationseinheiten in den Anfangszustand rückversetzt werden. 20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle einer erfolglosen Korrektur die Positionen der invertierten und versuchsweise korrigierten Informationseinheiten festgehalten 25 und bei folgenden Korrekturversuchen ausgelassen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle eines Mißerfolgs der Korrekturmaßnahmen bei einem später empfangenen, mit Ausnahme von Übertragungsfehlern identischen (quasi-identischen) Informationsblock die Korrekturmaßnahmen wiederholt werden. 30

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle des Mißerfolgs der wiederholten Korrekturmaßnahmen eine weitere Fehlerkorrektur durch Vergleich der quasi-identischen, zu unterschiedlichen Zeiten empfangenen Informationsblöcke vorgenommen wird, wobei von den aufgrund des Vergleichs beider Informationsblöcke 35 als unterschiedlich erkannten Informationseinheiten eines der beiden Informationsblöcke oder beider Informationsblöcke schrittweise eine oder mehrere Informationseinheiten invertiert werden, daß bei jedem Inversionsschritt anhand der Fehlerschutzinformation ein Korrekturversuch bei n, als unterschiedlich erkannten Informationseinheiten erfolgt und daß nach jedem Korrekturversuch anhand der Prüfinformation festgestellt wird, ob die 40 Korrektur erfolgreich war, daß im Falle einer erfolgreichen Korrektur die Fehlerprüfung abgebrochen und der zunächst versuchsweise korrigierte Informationsblock als richtig erkannter Informationsblock bewertet wird und daß nach jedem erfolglosem Korrekturversuch die invertierten und versuchsweise korrigierten Informationseinheiten 45 in den Anfangszustand rückversetzt werden. 50

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

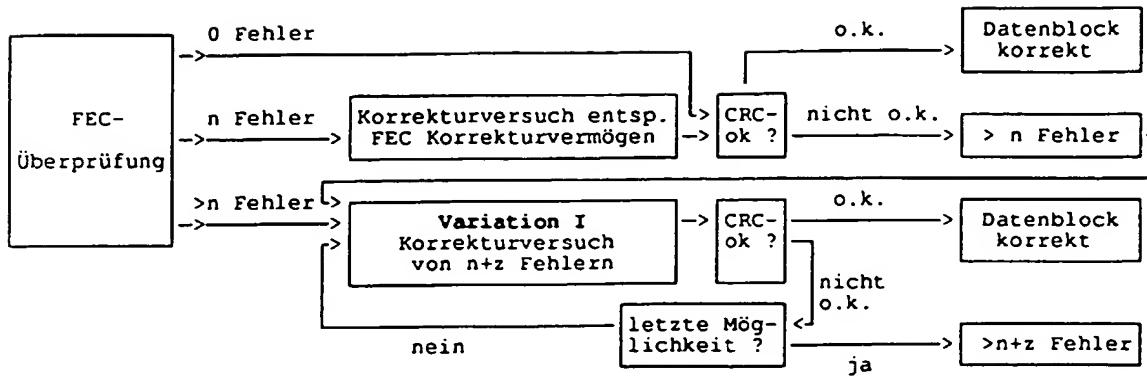


Fig. 1

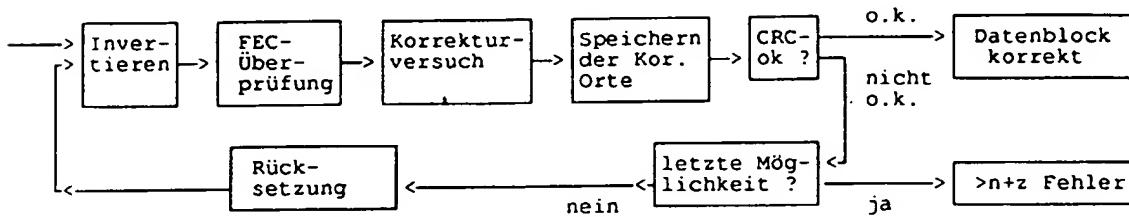


Fig. 2

Variation I

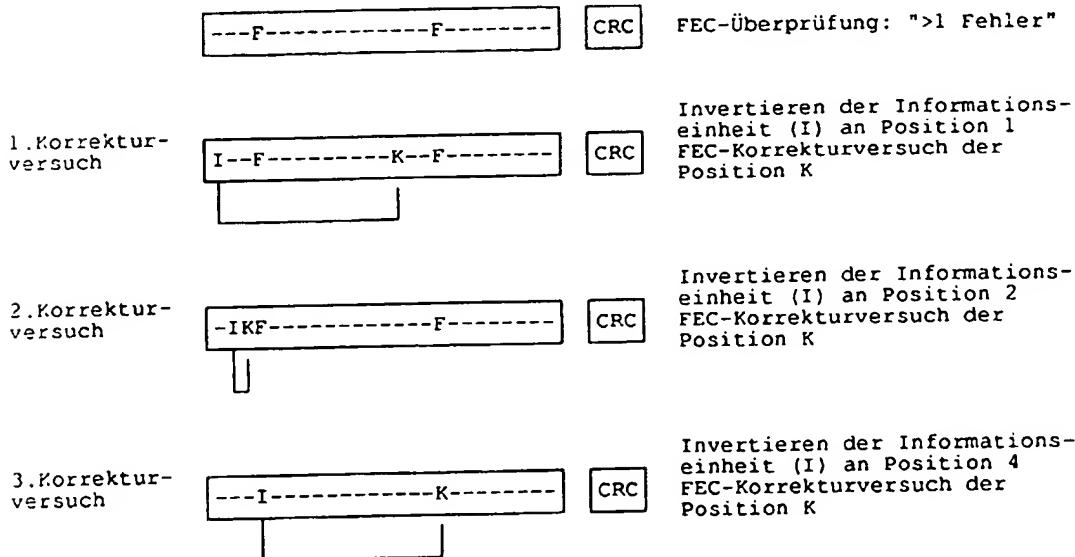


Fig. 3

Variation I

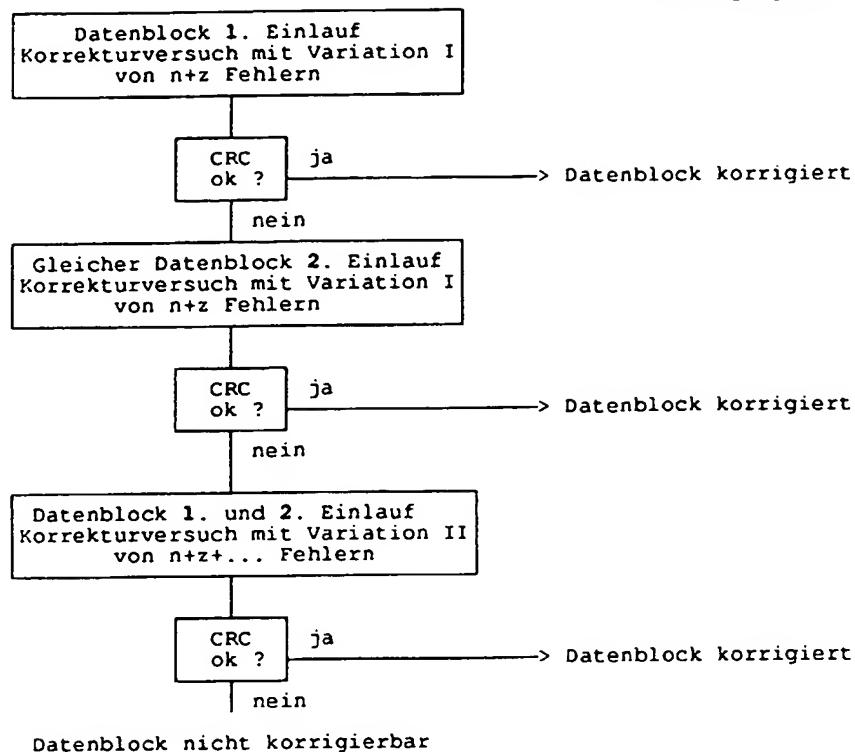


Fig. 4

Variation I und II

1. Einlauf: CRC FEC-Überprüfung
FEC-Korrekturversuch erfolglos
---> 2. Einlauf

2. Einlauf: CRC FEC-Überprüfung
FEC-Korrekturversuch erfolglos
---> Variation II

Vergleich der Datenblocks aus 1. und 2. Einlauf:

1. Einlauf: CRC
2. Einlauf: CRC Bestimmung der möglichen Fehlerorte
1. Korrekturversuch CRC Invertieren der Informations-einheiten (I) am Fehlerort 1 und 2
-> Korrekturversuch der Posit. K

2. Korrekturversuch CRC Invertieren der Informations-einheiten (I) am Fehlerort 1 und 3
-> Korrekturversuch der Posit. K

3. Korrekturversuch CRC Invertieren der Informations-einheiten (I) am Fehlerort 1 und 4
-> Korrekturversuch der Posit. K

Variation II

Fig. 5